11. Impianti per l'irrigazione e per la fertirrigazione

Luca Incrocci, Ernesto Riccò

Introduzione

Il capitolo illustra sinteticamente gli impianti per l'irrigazione e per la fertirrigazione utilizzabili nelle colture florovivaistiche di serra o di piena aria. Non è certamente nelle intenzioni degli autori mettere in condizione il lettore di progettare 'in casa' un sistema irriguo per colture commerciali, ma più semplicemente fornire le nozioni fondamentali per una gestione corretta degli impianti e anche una valutazione critica dei progetti e delle descrizioni dei vari dispositivi (non dei preventivi!) forniti dalle ditte che operano nel settore.

La trattazione separa gli impianti irrigui (erogatori) dai gruppi di fertirrigazione.

Impianti per l'irrigazione

I sistemi irrigui si possono suddividere in base al metodo di erogazione dell'acqua.

Irrigazione per sommersione

Si basa sulla somministrazione di grossi volumi di acqua tali da inondare tutta l'area coltivata; necessita di speciali sistemazioni e non è mai utilizzata nel settore florovivaistico.

Irrigazione per scorrimento e infiltrazione laterale

In questo sistema si ha una lama di acqua che, scorrendo sulla superficie da irrigare, penetra nel terreno; è una tecnica ormai non più utilizzata nel florovivaismo (tranne poche eccezioni).

Irrigazione per aspersione (a pioggia)

Comprende tutti quei sistemi in cui l'acqua viene distribuita per via aerea, sopra o sotto chioma. È un sistema con una buona efficienza idrica, minore o maggiore a seconda della densità di impianto della specie irrigata, e ancora uno fra i più diffusi nel settore florovivaistico.

Irrigazione per subirrigazione

È adottata solo in alcune serre appositamente attrezzate con bancali o pavimenti a tenuta stagna; presenta notevoli vantaggi per la coltivazione delle piante in vaso, ma richiede grossi investimenti.

Irrigazione localizzata (microirrigazione o irrigazione a goccia o a sorsi)

È caratterizzata da un'alta efficienza irrigua e comprende i sistemi maggiormente utilizzati dove è necessario risparmiare acqua. Questi sono molto diffusi nel settore del floroivivaismo, anche per la facilità d'impiego per la fertirrigazione.

Ogni sistema presenta una serie di vantaggi e svantaggi schematicamente illustrati nelle *tabb. 1* e *2.* Di seguito ci limiteremo a trattare solo i sistemi di irrigazione per aspersione e per microirrigazione.

Irrigazione per aspersione

In questo tipo di irrigazione si usano impianti in cui l'acqua viene distribuita uniformemente su tutta la superficie coltivata.

I principali vantaggi di questo sistema irriguo sono la semplicità di montaggio, la completa bagnatura della superficie coltivata con conseguente innalzamento dell'umidità dell'aria. A questi si contrappongono alcuni svantaggi come la bagnatura della parte aerea della pianta (maggiori rischi di malattie), il pericolo di ustioni o macchie fogliari nel caso di acque di scarsa qualità e una bassa efficienza (rapporto tra l'acqua erogata e quella

Tab. 1 - Vantaggi e svantaggi di diversi sistemi d'irrigazione

IRRIGAZIONE MANUALE			
Vantaggi	• Costi bassi • Flessibile per tutte le specie	*Svantaggi*	• Irrigazione irregolare • Alti costi di manodopera • Uso eccessivo di acqua • Ridotta qualità delle piante
IRRIGAZIONE PER ASPERSIONE			
Vantaggi	• Costi d'installazione relativamente contenuti • Basso fabbisogno di manodopera • Può essere usata per rinfrescare le piante e mantenere l'umidità dell'aria	*Svantaggi*	• Irrigazione non uniforme • Può comportare un consumo eccessivo di acqua e un dilavamento dei fertilizzanti
BARRE MOBILI			
Vantaggi	• L'irrigazione e la fertirrigazione sono accurate • L'apertura degli ugelli provvede al controllo delle gelate e all'irrigazione durante la germinazione	*Svantaggi*	• Costi elevati per i piccoli vivai
IRRIGAZIONE A GOCCIA			
Vantaggi	• Minimo *runoff* • Riduzione delle malattie fogliari • Permette un eccellente controllo del bilancio aria-acqua nel substrato • Può essere usata per irrigare più specie di piante anche di dimensioni diverse	*Svantaggi*	• Costi alti • Manutenzione più frequente

effettivamente resa disponibile per l'assorbimento della pianta), soprattutto nel caso delle colture in contenitore con diametro del vaso superiore a 18 cm (sopra a questa dimensione la densità colturale è bassa e maggiori sono le perdite per mancato intercettamento da parte delle piante).

Per una buona progettazione di un impianto di irrigazione per aspersione occorre valutare i seguenti parametri:

1. la velocità di infiltrazione del terreno e/o del substrato: infatti, l'intensità di pioggia non deve mai superare la velocità di infiltrazione, pena il ruscellamento superficiale e il costipamento del terreno;
2. l'incidenza del vento: in ambiente protetto ciò è ininfluente, ma all'aperto può compromettere seriamente l'uniformità di distribuzione dell'irrigazione; in caso di vento occorre utilizzare irrigatori a portata medio-alta e con gittata media-corta, tale che la dimensione delle gocce prodotte sia abbastanza grande da non risentire troppo della deriva provocata dal vento;
3. la qualità dei materiali da utilizzare nella realizzazione dell'impianto, soprattutto per quanto riguarda il coefficiente di uniformità degli irrigatori utilizzati;
4. la qualità dell'acqua, in particolare il contenuto di bicarbonati, ferro, manganese e cloruri (per le specie sensibili): infatti, poiché viene a essere bagnata la parte aerea, la presenza in quantità eccessive di questi ioni può comportare macchie fogliari, decolorazioni, e nei casi più gravi ustioni sulle foglie, in questi casi potrebbe essere necessario predisporre dei trattamenti specifici (vedi Capitolo 10);
5. il tipo di coltivazione da irrigare: ad esempio, nel caso di colture delicate come quelle da fiore reciso, occorre utilizzare ugelli con portata medio-bassa per evitare danni.

Gli impianti per aspersione si dividono in fissi o mobili.

Nel primo caso si hanno delle linee in PVC rigido o in ferro zincato su cui sono avvitati degli ugelli; le linee sono posizionate in numero e modo tale che tutta la superficie da irrigare sia bagnata contemporaneamente.

Tab. 2 - Vantaggi e svantaggi dei sistemi di subirrigazione

	Vantaggi		Svantaggi
Flusso e riflusso su bancale			
Vantaggi	• Usa minori quantità d'acqua e di fertilizzanti rispetto agli altri sistemi • Il ricircolo dell'acqua minimizza le perdite per lisciviazione • Bassi rischi di diffusione dei patogeni	*Svantaggi*	• Costi elevati • Alti costi d'installazione • Insetticidi, fungicidi e erbicidi devono essere somministrati con molta cura per evitare un aumento della tossicità nell'acqua di irrigazione • Accumulo eccessivo di sali se l'acqua utilizzata è di scarsa qualità
Flusso e riflusso su pavimento			
Vantaggi	• Adatto per la coltivazione di grossi gruppi di piante • È possibile incorporare nel pavimento sistemi di riscaldamento • Minori richieste di fertilizzanti rispetto ai sistemi dall'alto • Il ricircolo d'acqua minimizza le perdite per lisciviazione	*Svantaggi*	• Gli stessi del flusso e riflusso su bancale
Scorrimento			
Vantaggi	• Permette di utilizzare i bancali esistenti • Garantisce un microclima meno favorevole alle malattie • Permette un migliore utilizzo dello spazio • Buon controllo del rendimento dell'acqua	*Svantaggi*	• I soliti del flusso e riflusso • Più favorevole alla diffusione dei patogeni
Tappeti capillari			
Vantaggi	• Per ambienti caratterizzati da UR elevata • Adatto per specie a ciclo breve • Il livello dell'acqua nel contenitore rimane costante • Sullo stesso tappeto possono essere sistemati piante e vasi di diverse dimensioni	*Svantaggi*	• Accumulo sali • Il ristagno di soluzione nutritiva può creare problemi di diffusione di alghe
Letti sabbiosi (a risalita capillare)			
Vantaggi	• Sistema di subirrigazione più economico • Caratteristiche simili ai tappeti capillari	*Svantaggi*	• Vasi più grandi di 9 litri non sono adacquati in modo efficiente • Crescita delle radici sopra i letti di sabbia

Nel secondo caso, gli ugelli sono montati su una apposita struttura semovente di larghezza pari al lato minore del settore da irrigare: con questi sistemi la quantità di acqua fornita per m^2 dipende sia dalla portata oraria dell'ugello sia dalla velocità di avanzamento della barra mobile. Le ali piovane mobili sono utilizzate per la maggior parte in ambienti protetti, dove si utilizzano, oltre che per l'irrigazione, anche per l'umidificazione e per la somministrazione di trattamenti fitosanitari.

La parte fondamentale in un impianto per aspersione è l'ugello. Sul mercato ne esistono molte tipologie e di diverso materiale. Fondamentalmente questi si suddividono in statici (nel caso che l'energia cinetica dell'acqua sia sfruttata solo per frantumare in gocce più o meno piccole il getto d'acqua) o dinamici (in questo caso parte dell'energia cinetica dell'acqua è utilizzata per azionare una girante che "lancia" letteralmente le gocce intorno all'ugello).

Tab. 3 - Tipi di ugelli e loro caratteristiche utilizzati nei sistemi irrigui per aspersione

Tipo di ugello	*Caratteristiche*	*Tipi di applicazione*
STATICI		
Ad alta portata	Portata: 4 - 20 L/min Gittata: 3 - 8 metri	Per serra e vivai in pien'aria, per colture poco delicate e su terreni di medio-impasto e/o sabbiosi
A media portata	Portata: 2 - 4 L/min Gittata: 1 - 4 metri	Per serra e vivai in pien'aria; uso per colture delicate o da fiore e su terreni di medio-impasto/argillosi; usati anche per umidificare
A bassa portata	Portata: 0,5 - 2 L/min Gittata: 0,5 - 3 metri	Solo per serre, per colture delicate, per umidificare e per la radicazione di talee
DINAMICI		
Mini-irrigatori (per ali piovane)	Portata: 1 - 5 L/min Gittata: 1 - 6,5 metri	Per serre e, montati su aste, anche per vivai di piena aria
A schiaffo o a battuta (da montarsi su aste)	Portate: 10 - 70 L/min Gittata: 8 - 20 metri con pressioni di esercizio di 3 bar	Per irrigazioni a pieno campo o vaste aree, possibilità di selezionare l'angolo del settore di irrigazione

Di un ugello è importante conoscere la portata (espressa in litri / minuto o litri / ora), la gittata (e cioè il raggio del settore che riesce a bagnare, espresso in metri) e l'uniformità di distribuzione.

Nella *tab. 3* sono riportati in dettaglio i vari tipi di ugello con le caratteristiche fondamentali di portata e gittata.

Gli ugelli statici si suddividono ancora in base alla portata (alta, media e bassa) e lavorano a pressioni di esercizio comprese fra i 2 e i 6 bar.

Gli ugelli dinamici si suddividono in mini-irrigatori (da montare su ali piovane o su piccole aste) e irrigatori a schiaffo (detti anche a impatto o a martelletto). I primi si stanno molto diffondendo grazie alle basse pressioni di esercizio (1,5-2,5 bar) richieste e grazie alle buone gittate (fino a 6-7 metri): ciò permette di semplificare l'impianto, ponendo sulla stessa area un numero inferiore di barre (in serra si può posizionare anche una sola barra per capriata). La bassa pressione di esercizio e di portata permette di utilizzarli montandoli direttamente su delle aste porta-irrigatori e collegandoli con del tubo flessibile a una linea idrica.

In pieno campo si utilizzano molto gli irrigatori dinamici a schiaffo o a battuta. Il getto di questo si frantuma su un battente collegato a un ingranaggio che permette una rotazione su sé stesso dell'irrigatore: in questo caso, grazie ad appositi cavalieri è possibile anche impostare l'angolo di rotazione dell'irrigatore.

Microirrigazione

In questa categoria si annoverano tutti quegli impianti caratterizzati da basse portate e funzionanti con basse pressioni di esercizio (non superiori a 1,5-2 bar), e in cui l'acqua viene distribuita solo su una parte della superficie interessata dalle radici.

I principali vantaggi di questi sistemi irrigui sono:

- l'elevata efficienza irrigua (basso pericolo di ruscellamento);
- il minor sviluppo delle malerbe;
- la maggiore sanità delle colture per il basso incremento della umidità ambientale;
- la possibilità di irrigare anche durante le ore calde;
- l'assenza di costipazione del terreno;
- il funzionamento con basse pressioni di esercizio con conseguente riduzione dei costi di esercizio (energia per la pressurizzazione) e di investimento (materiale plastico a bassa densità);
- la possibilità di utilizzare la fertirrigazione con il minimo spreco di concimi.

Il principale svantaggio di detti impianti è la grande facilità all'intasamento, dovuta principalmente al ridottissimo diametro degli ugelli utilizzati e alle basse pressioni di esercizio. Per questo motivo, pena la rapida occlusione dell'impianto, è sempre indispensabile montare a monte di tutto un buon filtro a maglia della dimensione di 50-120 mesh, (a seconda del tipo di gocciolatore utilizzato) e di un riduttore di pressione che eviti sbalzi pericolosi per l'integrità dei componenti degli impianti.

Nell'ambito della microirrigazione si possono identificare quattro principali categorie:

1. impianti ad ala gocciolante (pressioni di esercizio: 0,5-2,0 bar; portate da 0,5 a 4 litri / ora);
2. impianti con gocciolatori (pressioni di esercizio da 1 a 4 bar; portate da 2 a 20 litri / ora);
3. impianti con erogatori (pressioni di esercizio 1-3 bar; portate da 6 a 30 litri / ora);
4. impianti con tubi capillari (pressioni di esercizio 1-2,5 bar; portate da 0,7 a 7 litri / ora).

Impianti ad ala gocciolante

In questa categoria sono comprese anche le comuni manichette forate, costituite da un tubo molto sottile di polietilene con dei semplici fori a distanza prestabilita. Le manichette forate non hanno un sistema di controllo sulla portata erogata da ogni singolo foro e quindi non danno garanzie sull'uniformità di distribuzione, che risulta assai bassa anche per la facilità di intasamento dei fori.

Le ali gocciolanti vere e proprie (in cui esiste un sistema per il controllo della portata) si suddividono in ali gocciolanti leggere e con gocciolatore. Le prime, spesso utilizzate per coltivazioni annuali sistemate a filari, sono dotate o di uno speciale dispositivo interno o di una doppia camera: in entrambi i casi, nel punto di erogazione esiste un labirinto che ne riduce la pressione e la velocità in modo da rendere uniforme la distribuzione dell'acqua. Le ali gocciolanti con gocciolatore, grazie a un maggiore spessore del tubo, hanno una lunga durata, consentono un'irrigazione più uniforme, e si adattano a coltivazioni pluriennali.

Esistono anche sistemi di ali gocciolanti con gocciolatori autocompensanti, che si utilizzano per terreni in pendenza e / o per tratti molto lunghi. In questi casi, la pressione all'inizio e alla fine della linea gocciolante presenta notevoli differenze e ciò si ripercuoterebbe notevolmente sulla portata dei singoli gocciolatori. I gocciolatori autocompensanti, invece, grazie a particolari membrane interne, riescono ad avere una erogazione costante in un intervallo abbastanza ampio di pressione (da 0,8 a 2 bar); ciò permette un'ottima uniformità di distribuzione.

Molto spesso questi speciali gocciolatori sono dotati anche di un dispositivo di autopulizia contro gli intasamenti.

Impianti con gocciolatori

In questo caso si ha una linea di polietilene a bassa densità (di diametro compreso fra 16 e 25 mm) su cui sono inseriti, alla distanza più congeniale, dei gocciolatori. Si possono avere gocciolatori del tipo a bottone o a freccetta.

Il gocciolatore a bottone presenta al suo interno uno speciale labirinto, che opera una riduzione della velocità e della pressione dell'acqua: ciò permette una certa uniformità nell'erogazione e al tempo stesso crea un flusso autopulente. Inoltre, nei modelli autocompensanti, una membrana permette di ottenere un flusso costante indipendentemente dalle variazioni della pressione di esercizio.

I gocciolatori a bottone possono essere montati o direttamente sulla linea e da qui erogare l'acqua alla pianta tramite un tubicino di polietilene, oppure all'estremità dello spaghetto. Per l'utilizzo nelle coltivazioni in contenitore è possibile fermare il gocciolatore con l'apposita astina portagocciolatore. Inoltre, esistono speciali derivazioni che permettono con un unico gocciolatore collegato direttamente sul tubo di polietilene di avere più uscite (fino a 8), in modo da abbattere gli alti costi di questi gocciolatori.

Infine, occorre ricordare anche un ultimo tipo di gocciolatore, quello antidrenaggio (detto CNL, *Compensated Non Leakage*). In questo caso, il gocciolatore è dotato di una speciale membrana che chiude completamente la fuoriuscita di acqua quando la pressione scende sotto un valore predeterminato (da 0,3 a 1 bar, a seconda dei modelli), impedendo lo svuotamento della linea. Ciò è vantaggioso nel caso delle colture fuori suolo caratterizzate da interventi irrigui brevi e numerosi, dove c'è il rischio di un'eccessiva somministrazione di acqua nelle parti finali della linea per lo svuotamento di questa (vedi *fig. 1*).

I gocciolatori a freccetta sono delle astine che presentano sulla parte alta uno speciale labirinto che regola la fuoriuscita di acqua: questi si collegano alla linea tramite tubicini di polietilene e hanno il vantaggio di essere facilmente ispezionabili (a differenza di quelli a bottone) e quindi di facile pulizia. Questi gocciolatori si possono facilmente chiudere inserendo l'asta alla rovescia nel tubicino di adduzione.

Impianti con erogatori

Questi tipi di impianti sono anche detti a sorsi e sono caratterizzati da portate unitarie elevate (6-24 litri / ora, con pressioni di esercizio di 1-1,5 bar). Il principale vantaggio è, oltre a quello di una ridotta incidenza di intasamento per la maggiore portata, di avere una superficie bagnata superiore ai sistemi con gocciolatore classico, grazie sia alla distribuzione dell'acqua in un piccolo ventaglio, sia alla maggiore portata. Tutto ciò favorisce una migliore distribuzione dell'acqua e la riduzione di gradienti di umidità all'interno del vaso, favorendo così una

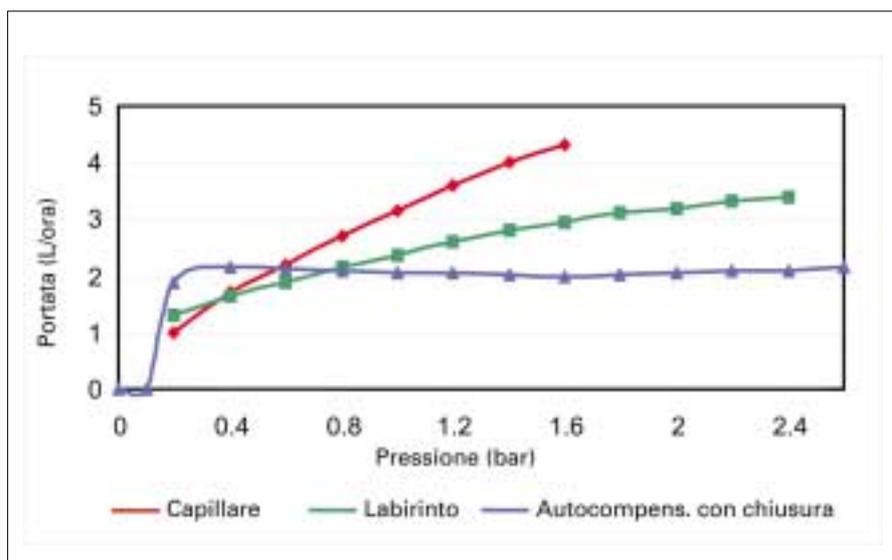



Fig. 1 - Variazione della portata di diversi tipi di gocciolatori con la pressione di esercizio

crescita dell'apparato radicale più uniforme. Sono molto usati per vasi di grande dimensione (per l'allevamento di alberi ornamentali di grossa taglia).

Impianti con capillari

Il sistema di irrigazione localizzata con capillari (o a spaghetto) si è molto diffuso per il basso costo e per la possibilità di avere già delle linee premontate direttamente dal costruttore, con un notevole risparmio di manodopera. Il sistema è costituito da un tubo in polietilene di diametro 20 o 25 mm su cui vengono inseriti dei tubi con ridotto diametro (da 0,5 a 1,5 mm di diametro interno) detti capillari, con lunghezza adeguata per raggiungere il punto di erogazione. In questi casi, a parità di pressione, la portata è direttamente proporzionale al diametro del capillare e inversamente proporzionale alla sua lunghezza. Nella *tab. 4* sono riportate le portate tipiche in funzione di questi due parametri. L'impianto è corredato da astine da avvitare all'estremità del capillare, per il giusto posizionamento nel vaso o vicino alle radici delle piante. Questo tipo di impianto, seppur economico, presenta il principale svantaggio di essere poco uniforme, a causa delle perdite di pressione che si hanno lungo la linea. Occorre quindi non montare linee con un grosso numero di punti goccia e conviene sempre utilizzare impianti irrigui a doppia testata a circuito chiuso, in modo da fornire acqua in pressione a entrambe le estremità della linea con i capillari: in questo modo il gradiente di pressione lungo la linea risulta di entità ridotta.

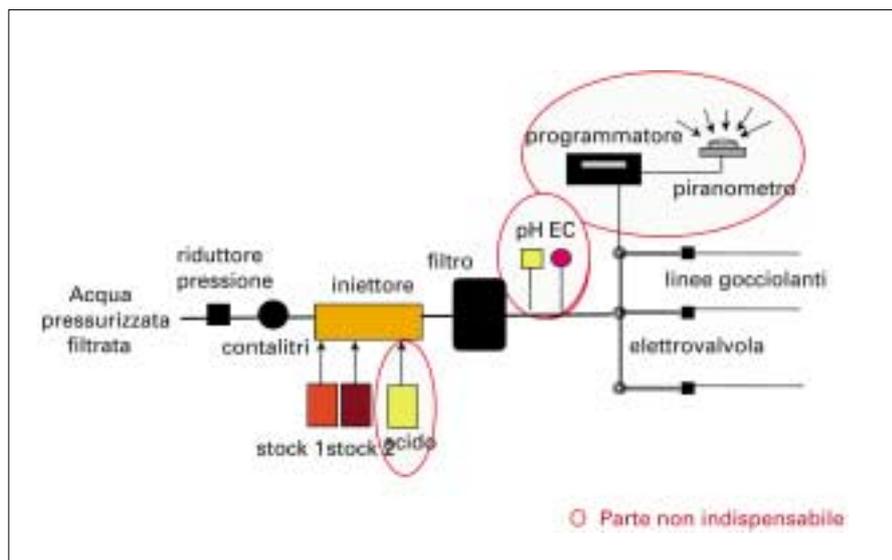
Impianti per la fertirrigazione

Con il termine fertirrigazione si intende la pratica della somministrazione dei fertilizzanti utilizzando l'acqua di irrigazione. Negli ultimi 20 anni la fertirrigazione si è andata sempre più diffondendo, incentivata dallo sviluppo della microirrigazione.

La fertirrigazione offre numerosi vantaggi, primi tra tutti quelli del frazionamento della concimazione e della possibilità di soddisfare rapida-

Tab. 4 - Portata dei singoli punti goccia (pressione costante di 1,4 bar) in funzione della lunghezza del tubo capillare e della sua sezione

	Lunghezza capillare (cm)						
	40	*50*	*60*	*70*	*80*	*90*	*100*
Portata (L/h per capillare)	*Diametro interno (mm)*						
0,6	1,5	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7
0,8	2,6	2,2	2	1,9	1,6	1,4	1,2
1	3,8	3,2	3	2,8	2,6	2,5	2,2
1,2	5,2	4,7	4,2	4	3,8	3,6	3,4
1,5	6,9	6,1	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3

Fig. 2 - Schema di un impianto di fertirrigazione con indicazione delle componenti non assolutamente indispensabili

mente particolari esigenze della coltura (ad esempio, interventi curativi di carenze). A fronte di una maggiore efficienza d'uso dei fertilizzanti, la fertirrigazione presenta alcuni svantaggi, legati ai costi degli impianti e dei concimi idrosolubili (superiori a quelli dei concimi tradizionali) e alle maggiori difficoltà della sua gestione.

Sul mercato sono attualmente disponibili numerose soluzioni impiantistiche, un po' per tutte le tasche e ciascuna con i propri pregi e difetti. Qui non saranno trattati gli aspetti relativi alla gestione degli impianti e all'automazione degli interventi irrigui, perché trattati da altri autori.

Un impianto di fertirrigazione ha bisogno, a monte, di un sistema di pompaggio e filtraggio adeguato per fornire acqua costantemente pressurizzata e priva di quelle impurezze che possono occludere tubazioni, erogatori ed elettrovalvole.

I componenti tipici di un sistema di fertirrigazione sono illustrati nella *fig. 2*:

1. riduttore e stabilizzatore di pressione;
2. filtro;
3. contenitori per le soluzioni-madre (*stock*) e per la soluzione dell'acido e / o della base;
4. dispositivo di dosaggio delle soluzioni stock, in linea o in vaso di espansione / miscelazione;
5. dispositivo di dosaggio della soluzione di acido;
6. filtro, per aiutare il rimescolamento e bloccare eventuali particelle solide date dai precipitati;
7. dispositivi per il controllo della EC e del pH;
8. programmatore e altri sistemi di automazione dell'intervento irriguo.

Alcuni di queste componenti, come la 5, 7 e 8, non sono assolutamente indispensabili (ad esempio, l'acido potrebbe essere aggiunto a uno degli altri due stock), ma sono comunque consigliate.

Occorre sottolineare che, nelle regioni italiane, le acque irrigue sono generalmente alcaline e pertanto richiedono un intervento di acidificazione; un dosatore della base, per aumentare il pH, non è generalmente necessario e può eventualmente essere sostituito dall'aggiunta di una piccola concentrazione di bicarbonati nell'acqua irrigua, quando questa ne è priva, come nel caso delle acque piovane o deionizzate.

Caratteristiche tecniche di un impianto per la fertirrigazione

Un impianto di fertirrigazione deve immettere una soluzione concentrata di concimi idrosolubili nella condotta irrigua in modo che, dopo una opportuna miscelazione, alle piante sia somministrata una soluzione nutritiva con le caratteristiche chimiche (pH, conducibilità elettrica o EC, concentrazione di nutrienti) prestabilite.

Numerose sono le soluzioni disponibili sul mercato per il dosaggio di concimi nell'acqua irrigua: si va da semplici dispositivi del costo di qualche centinaio di euro fino a complesse stazioni computerizzate, capaci di variare la composizione della soluzione nutritiva nei diversi settori irrigui e di automatizzare la gestione dell'irrigazione, del costo di alcune decine di migliaia di euro. Occorre chiarire bene quali sono le esigenze che il fertirrigatore deve soddisfare, per poter scegliere la soluzione tecnica migliore (anche dal punto di vista economico) e dimensionare correttamente i dispositivi di diluizione e i contenitori degli stock.

Impianto di irrigazione a pioggia a barra fissa con ugelli dinamici (microirrigatori). A sinistra barra in funzione su colture ornamentali. A destra, particolare del microirrigatore

Valvola antigocciolamento, montata alla fine dell'ala piovana. La valvola permette il rapido scarico dell'acqua residua nella linea alla fine dell'intervento irriguo, in modo da evitare il prolungato sgocciolamento dell'acqua residua nella linea stessa sulle piante sottostanti l'ala piovana; questo fenomeno favorisce lo sviluppo di attacchi fungini

Microirrigatore posizionato su un'asta porta-ugelli. Questa soluzione, alternativa all'ala piovana, permette una semplificazione dell'impianto per la minore pressione necessaria al suo funzionamento rispetto agli irrigatori a battuta

Nella fase di progettazione è fondamentale conoscere:

a) la tipologia di colture da fertirrigare, allo scopo di stabilire:

- se la fertirrigazione deve essere continua o discontinua;
- se il fertirrigatore deve preparare soluzioni nutritive diverse;
- la portata (in L/min o m^3/h) massima (pur approssimativa) dell'impianto, determinata in base all'evapotraspirazione della coltura, al tipo di substrato e di contenitore impiegato e all'e-

Irrigatore dinamico in ottone a battuta, posizionato su un’asta porta-irrigatore. È questa una soluzione molto utilizzata nel vivaismo ornamentale

Ala piovana mobile. Questo tipo di impianto è adottato spesso in serra e può essere utilizzato anche per effettuare trattamenti antiparassitari e fertirrigazioni

ventuale suddivisione dell’area di coltivazione in settori irrigui indipendenti (sempre consigliabile);

- il grado di precisione richiesto nella preparazione della soluzione.

b) le caratteristiche chimico-fisiche dell’acqua a disposizione e in particolare l’EC, il contenuto di bicarbonati (alcalinità), di calcio e di ioni non-essenziali (Na^+, Cl^-), al fine di stabilire:

- la reale necessità di due contenitori per le soluzioni madri: infatti, nel caso di acque molto ricche in calcio, potrebbe non essere necessario usare i sali di questo nutriente e, pertanto, tutti i sali e / o concimi idrosolubili potrebbero essere disciolti in un unico contenitore;
- la quantità di acido necessaria per correggere il pH (in funzione del contenuto di bicarbonati) e, in base alla portata dell’impianto irriguo, la portata della pompa dosatrice dell’acido.

c) il tipo di impianto irriguo (a goccia, microaspersione, aspersione soprachioma, subirrigazione) utilizzato, al fine di stabilire:

- la portata dei vari settori (il più possibile uniforme);
- la necessità o meno di controllare l’irrigazione mediante elettrovalvole;

Ad esempio, nelle aziende che coltivano più specie ed hanno più settori irrigui può essere conveniente l’acquisto di un fertirrigatore computerizzato, in grado di preparare soluzioni nutritive diverse e irrigare in sequenza i vari settori sulla base della stima del fabbisogno idrico delle piante.

La valutazione di tutti questi fattori porterà a

Impianto microirriguo ad ala gocciolante per una coltura su bancale in serra (sopra) o in un vivaio in campo (sotto)

Sezione di ala gocciolante con gocciolatore interno (colore blu). Esistono anche linee con gocciolatori autocompensanti, i quali garantiscono una migliore uniformità di distribuzione, specialmente su terreni non pianeggianti

Gocciolatore a bottone autocompensante, con derivatore a 4 vie. Questo tipo di gocciolatore, grazie a una speciale membrana interna, permette un'uniformità di erogazione indipendente dalla pressione (nel range 0,8 - 2 bar). Il derivatore ha lo scopo di poter collegare contemporaneamente 4 punti goccia, al fine di abbattere i costi di impianto

definire i due elementi fondamentali per una corretta scelta dell'impianto:

- la portata e la pressione di esercizio nella condotta principale dell'impianto e di conseguenza le portate dei dosatori delle soluzioni stock;
- il grado di precisione nella miscelazione richiesta dall'impianto, dipendente anche dalle caratteristiche dell'acqua irrigua.

La precisione della miscelazione è una caratteristica sempre desiderata in un fertirrigatore, ma ha naturalmente un costo. Il grado di precisione necessario dipende da:

- il sistema colturale adottato: ad esempio, la coltura fuori suolo, caratterizzata da un ridotto volano idrico-nutritivo, necessita di sistemi più precisi rispetto alla coltura in terreno, il quale riesce a tamponare eventuali errori nella preparazione della soluzione nutritiva;
- il tipo di sistema irriguo: per evitare problemi di fitotossicità, nel caso di sistemi per aspersione soprachioma sono richieste precisioni maggiori nella miscelazione rispetto a sistemi a goccia o a manichetta, dove non sono bagnate le foglie;
- l'acidificazione: un piccolo sovradosaggio non comporta grossi problemi nel caso dei sali, ma nel caso di un acido può portare a un eccessivo abbassamento del pH e causare gravi danni alla coltivazione, soprattutto con la tecnica dell'aspersione soprachioma.

Dispositivi per il dosaggio dei concimi

I dispositivi per l'immissione di fertilizzanti (concimi idrosolubili e sali semplici, in ogni caso

Gocciolatore a freccetta: la disposizione sul vaso

Gocciolatore a freccetta: la particolare conformazione del gocciolatore, con il labirinto nella parte alta

caratterizzati da elevati valori di purezza e di solubilità) possono essere classificati in base al tipo di energia impegnata per il movimento della pompa iniettrice (energia meccanica ricavata dalla pressione dell'acqua in condotta o energia elettrica) e in base al tipo di controllo del dosaggio (volumetrico o proporzionale a un valore di pH o EC pre-impostato). La *tab. 5* riporta le principali tipologie di dosatori più diffusi riassumendone i principali vantaggi e svantaggi.

Tubo di Venturi

È il dispositivo più semplice ed economico: si basa sul principio che un flusso costante di acqua, quando attraversa una strozzatura seguita da un repentino aumento di sezione, induce a valle di questa una depressione che può essere utilizzata per aspirare una soluzione esterna.

Il dispositivo presenta i seguenti vantaggi:

- non comprende parti in movimento e quindi ha bisogno di poca manutenzione;
- non necessita di energia elettrica;
- è facile da montare ed ha un costo contenuto.

Tuttavia, il dispositivo presenta anche alcuni svantaggi, tali da consigliarne l'utilizzo principalmente (se non esclusivamente) su impianti dedicati alla fertirrigazione di pieno campo o in serra su colture a terra, e comunque dove si abbia una portata costante:

- il rapporto di diluizione non è costante; questo è in funzione della portata e della differenza di pressione che si ha nella condotta, per cui si possono avere notevoli variazioni nei valori istantanei di EC e di pH della soluzione preparata;
- la regolazione del rapporto di diluizione è difficoltosa, ed è possibile solo grazie all'uso di

Esempio di erogatore per l'irrigazione a sorsi. Questo tipo di microirrigazione si caratterizza per un'alta portata e per un microgetto che permettono una più uniforme bagnatura del vaso, difetto spesso riscontrato nel sistema a goccia classico (a più bassa portata)

Dosatore tipo tubo di Venturi

Impianto di microirrigazione con capillare (spaghetto): due capillari con astina e con la fustella utilizzata per forare la linea irrigua

Impianto di microirrigazione con capillare (spaghetto): esempio di linea con capillari pre-montati

Tab. 5 - Principali tipi di fertirrigatori, con relativi vantaggi e svantaggi, possibili applicazioni e loro costo di massima

Tipo di dispositivo	*Vantaggi*	*Svantaggi*	*Applicazioni*	*Costo indicativo (euro)*
Tubo di Venturi	Semplicità	Miscelazione poco precisa, difficile regolazione	Fertirrigazione di pieno campo, uso su carrelli fertilizzanti mobili; impianti fino a portate di 1000 L/min	100-200
Pompa dosatrice meccanica volumetrica	Facile scelta del fattore di diluizione; buona precisione; costo contenuto (solo per portate inferiori a 8 m^3); non richiede energia elettrica	Difficile manutenzione; dosaggio esclusivamente proporzionale; inadatta a impianti con elevate portate; perdite di carico	Fertirrigazione di pieno campo e di serra; fertirrigazione di piccoli impianti di coltivazione fuori suolo; uso su carrelli fertilizzanti mobili; adatto fino a portate di 900 L/min	500-2000
Pompa elettrica a membrana con dosaggio volumetrico	Buona precisione; costo contenuto, facilità di riparazione e sostituzione dei pezzi usurati	Richiede un compressore nel caso di un'elevata pressione in condotta (> 4 atm.), e di un contalitri a impulsi; non adatta a impianti con portate elevate.	Fertirrigazione di serra; adatta a impianti di fertirrigazione per colture in vaso o fuori suolo con portate non superiori a 250 L/min	1000-2500
Pompa elettrica a pistone con dosaggio volumetrico	Ottima precisione; elevata affidabilità; ampia scelta di portate e di rapporti di diluizione; adatto per grossi impianti (portata elevata)	Costo elevato; necessita di quadro elettronico con contalitri a impulsi	Fertirrigazione di serra e pieno campo (solo se presente energia elettrica); adatta comprese fra 80 e 3000 L/min	2500-5000
Pompe elettriche (a pistone o membrana) con dosaggio proporzionale	Buona precisione, indipendentemente dalla qualità dell'acqua irrigua	Imprecisione elevata nel caso di settori irrigui con portata assai differente; costo elevato	Fertirrigazione in serra e su impianti a coltura fuori suolo con riutilizzo delle soluzioni drenate	2500-7000
Fertirrigatore computerizzato	Ottima precisione; possibilità di gestire più colture e/o settori di coltivazione	Costo elevato, necessità di personale capace	Fertirrigazione in aziende con differenti prodotti in coltura	10000 - 25000

Pompa dosatrice meccanica per fertirrigazione con controllo volumetrico (tipo Dosatron)

valvole e flussimetri installati sul tubo di aspirazione e sulla condotta principale, che naturalmente aumentano i costi dell'impianto;

- si verifica una caduta di pressione fra l'acqua in entrata e quella in uscita; inoltre, se la differenza di pressione non è sufficiente, è necessario inserire una piccola pompa ausiliaria sul *by-pass*, in modo da effettuare una immissione forzata della soluzione miscelata nella condotta principale.

Pompe meccaniche a dosaggio volumetrico

Nei sistemi che prevedono questo tipo di dosatori, una vera e propria pompa a stantuffo sfrutta la pressione della condotta idrica per movimentare un secondo pistone in un cilindro più piccolo, con cui si aspira e si inietta nella condotta un determinato volume di stock. La pompa può essere montata in linea o in *by-pass*, con rapporto di dosaggio abbastanza ampio (da 0,2 - 0,3% fino al 2%) e con portate di esercizio variabili da 0,5 a 40 m^3/h. Il sistema presenta i seguenti vantaggi:

- non necessita di energia elettrica;
- ha una buona precisione, poiché le variazioni di pressione e di portata sono ininfluenti sulla percentuale di dosaggio;
- è facile variare il rapporto di dosaggio grazie a un'apposita ghiera graduata direttamente colle-

Pompa dosatrice elettrica a membrana. La pompa può essere utilizzata su impianti a controllo volumetrico o proporzionale. Si noti l'interruttore on/off e il regolatore della velocità di aspirazione

Contalitri a impulsi, necessario per la regolazione delle pompe dosatrici su impianti a controllo volumetrico

Quadro di controllo di EC per la regolazione di pompe dosatrici in impianti dotati di controllo proporzionale. Si nota, in alto a sinistra, il gain per la calibrazione della sonda, e in basso a destra il regolatore del *set-point* di EC affiancato sempre a destra dal regolatore della velocità di aspirazione della pompa dosatrice

Impianto con pompe dosatrici a membrana con controllo di EC e pH, i due contenitori per le soluzioni stock, quello (bianco) per la soluzione acida (entrambi provvisti di agitatore ad asta), il filtro a sabbia autopulente (sul fondo) e la centralina di controllo con le tre pompe dosatrici

Elettrovalvola per il sezionamento dei settori irrigui. Questo modello di valvola ha una saracinesca per una preventiva riduzione della portata; ciò può essere utile per ottimizzare il funzionamento del fertirrigatore nel caso di coltivazioni con più settori irrigui di diversa superficie

gata alla camera di iniezione.

I principali svantaggi sono rappresentati da:

- elevata usura di alcuni componenti, specie con acque ricche di limo e non ben filtrate;
- difficoltà nella automazione (ad esempio, esclusione della pompa, modifica del rapporto di dosaggio);
- perdite di carico nell'impianto (fino a 0,6-0,8 bar).

Appartengono a questo gruppo anche le pompe d'iniezione a motore idraulico (tipo turbina), che sfruttano l'energia ricavata dalla differenza di pressione tra la condotta idrica e la pressione atmosferica, per aspirare e iniettare della soluzione stock nella condotta principale. In questo caso non si hanno perdite di carico, ma si ha un consumo di acqua derivante dal funzionamento della pompa stessa, compresa fra 2 e 3 volte il volume delle soluzioni stock iniettate; l'acqua tuttavia può essere raccolta e riutilizzata.

Pompe elettriche a membrana o a pistone a dosaggio volumetrico

Le pompe elettriche presentano il vantaggio di non produrre perdite di carico, di essere modulari e di avere portate molto grandi. Si adattano, quindi, a impianti con portate elevate, dove risultano più economiche e possono essere automatizzate. In questo caso la precisione di dosaggio è affidata a un contalitri meccanico o elettronico, il quale produce degli impulsi proporzionali alla portata istantanea; gli impulsi opportunamente elaborati da una scheda elettronica si traducono in un segnale di intensità 4-20 mA, proporzionale al flusso idrico, che viene utilizzato per modulare la velocità di pompaggio delle pompe dosatrici.

Esistono due tipi fondamentali di pompe elettriche: quelle *a membrana* e quelle *a pistone*.

Le *pompe a membrana* hanno costi inferiori, però la loro portata è ridotta (di solito non superano mai i 70-100 L/ora) ed, inoltre, è inversamente proporzionale alla contropressione (cioè alla pressione nella condotta idrica dove si deve iniettare); per questo motivo, in certi casi, si ricorre all'utilizzo di aria compressa (7 atm) per aumentarne la portata. La regolazione del dosaggio avviene attraverso dei potenziometri posti sulla pompa stessa, che variano la velocità di battute in base all'intensità di corrente ricevuta.

Le *pompe dosatrici a pistone* sono caratterizzate dalla maggiore robustezza, dalla relativa indipendenza della portata dalla contropressione e dall'ottima precisione: la regolazione della portata avviene tramite la riduzione della camera del pistone stesso (fino al 10%) e attraverso il controllo della velocità di rotazione della pompa.

Indipendentemente dal tipo di pompa utilizzata, questo sistema di fertirrigazione è abbastanza economico, parzialmente automatizzabile attraverso apposite centraline, ma non molto preciso nel controllo del pH e della EC della soluzione finale. Ciò costringe l'operatore a continui controlli della soluzione nutritiva in uscita dagli erogatori e a continui aggiustamenti del rapporto di diluizione delle pompe; per questo motivo non si adatta a impianti in cui si utilizzano fonti di approvvigionamento idrico con caratteristiche chimiche variabili (ad esempio, acque di drenaggio o acque di superficie).

Pompe elettriche a membrana o a pistone a dosaggio proporzionale

Il funzionamento è identico a quello descritto nel precedente paragrafo, ma in questo caso le pompe dosatrici sono comandate da una scheda elettronica con uscita di una corrente elettrica di 4-20 mA, utilizzata per controllare la velocità di battute delle pompe, proporzionale alla differenza tra il valore di pH o di EC impostato e quello misurato dalle sonde in linea, posizionate a valle del punto di iniezione delle soluzioni stock. In questo sistema si riesce a produrre una soluzione nutritiva finale con caratteristiche di EC e di pH pre-stabilite, indipendentemente dal tipo di acqua utilizzato e (entro certi limiti) dalla concentrazione delle soluzioni stock.

Questo rappresenta il sistema più sicuro per la fertirrigazione di colture fuori suolo a ciclo aperto e diviene insostituibile e indispensabile nel caso di colture a ciclo chiuso, dove la soluzione recuperata, con caratteristiche chimiche molto variabili a seconda dell'assorbimento dalle piante, deve essere opportunamente reintegrata (correzione dei valori di pH e di EC). Sono comunque necessari alcuni accorgimenti, come quelli di seguito illustrati.

1. Le sonde devono essere poste in linea abbastanza lontane dal punto di iniezione e soprattutto fra il punto di iniezione e quello di misura occorre inserire un filtro con la funzione di diffusore per facilitare la miscelazione fra l'acqua e le soluzioni stock iniettate; inoltre, poiché le sonde forniscono letture più precise a bassa velocità del liquido, è utile porre le sonde su un *by-pass* collegato alla condotta principale.
2. Occorre utilizzare sonde di EC e di pH, dotate di display LCD (per rendere più facile la periodica calibrazione e il continuo monitoraggio del sistema), resistenti alle pressioni presenti in condotta e soprattutto con risposte lineari e stabili in un ampio range di valori. Le sonde di EC devono essere autocompensanti per la temperatura; è preferibile installare quelle a quattro anelli conduttivi rispetto a quelle a due elettrodi in carbonio.
3. È necessario assicurarsi dell'omogeneità delle portate dei vari settori. Infatti, le pompe dosatrici devono funzionare con una certa regolarità, pari al 60-70% della velocità massima di iniezione. Se si hanno settori irrigui in cui la variazione di portata è contenuta e non superiore al 10-15%, l'impianto riuscirà abbastanza facilmente a uniformarsi alle differenti portate dei settori irrigui, mentre se la variazione è superiore, si avranno soluzioni nutritive o con valori inferiori a quelli pre-impostati (nel caso di portate notevolmente superiori a quella media), oppure soluzioni con ampie oscillazioni intorno al valore pre-impostato (nel caso di settori con ridotte portate rispetto a quelle medie).
4. Per una maggiore precisione nella preparazione della soluzione nutritiva, è necessario adottare un sistema di miscelazione a vaso aperto, dove l'iniezione degli stock salini e della soluzione acida verrà effettuata in vaso di espansione, di capacità proporzionale alla portata istantanea dell'impianto, dove continuamente una pompa rimescola e rilancia nell'impianto irriguo la soluzione preparata. L'utilizzo di sistemi di iniezione in linea (vaso chiuso) non è consigliabile se il contenuto di bicarbonati nell'acqua irrigua è particolarmente elevato; in questo caso il vaso chiuso non garantisce un'efficace acidificazione. Infatti la CO_2 prodotta nell'operazione di neutralizzazione, non potendo allontanarsi dalla condotta irrigua, blocca la reazione di neutralizzazione dei bicarbonati da parte dell'acido e quindi in linea si ha un valore di pH più basso di quello che si avrebbe se la reazione fosse condotta a pressione atmosferica (in un vaso aperto, appunto). Così, però, la soluzione erogata ha ancora un notevole contenuto di bicarbonato e provoca un aumento del pH nel mezzo di coltura.
5. Per evitare il problema dell'oscillazione dei valori di pH e di EC della soluzione nutritiva, si può utilizzare un sistema a doppio controllo, cioè sia volumetrico che proporzionale: in questo caso,

Fertirrigatore computerizzato. Questi sistemi permettono di gestire diverse soluzioni nutritive nei vari settori irrigui

una scheda integra il segnale proveniente da un contalitri a impulso e i valori letti dalle sonde. Le piccole modifiche nel flusso vengono intercettate dal flussometro che corregge in tempo reale il tasso di dosaggio delle pompe: se il pH e la EC non sono quelli pre-impostati, il sistema interviene nuovamente.

Recentemente sono state messe a punto delle schede elettroniche capaci di memorizzare le portate di ciascun settore e quindi gestire direttamente alla partenza del singolo settore la velocità di pompaggio più adeguata per raggiungere il più velocemente possibile un valore stabile di pH o EC prestabilito.

Altro accorgimento interessante, applicabile solo su certe pompe a pistone, è quello di variare, oltre alla velocità, anche il volume d'iniezione mediante una modifica elettronica del volume della camera di aspirazione del pistone. In questo modo si può mantenere più o meno costante la velocità di battute, prerogativa per un'elevata uniformità di miscelazione, cambiando invece il volume di stock erogato per la singola iniezione.

Fertirrigatori computerizzati

Sono fertirrigatori studiati per poter preparare soluzioni nutritive con caratteristiche chimiche differenti per ogni settore irriguo. Il loro costo può superare anche i 20-25 mila euro, ma appaiono insostituibili nel caso di grandi aziende dove si praticano colture diverse. I vantaggi relativi ai fertirrigatori di questo tipo sono:

1. possibilità di gestire contemporaneamente l'irrigazione e la fertilizzazione di colture differenti;
2. maggiore uniformità e precisione nella preparazione della soluzione nutritiva;
3. possibilità di variare il pH e la EC durante la giornata;
4. possibilità di utilizzare diversi tipi di acqua (piovana, di falda, di drenaggio ecc.), anche miscelate in base a un preciso programma (EC prestabilita);
5. gestione della frequenza e della durata dell'intervento irriguo su base temporale o sulla stima, realizzata in vario modo (solarimetro, vasca evaporimetrica, tensiometro ecc.), dell'evapotraspirazione della coltura.
6. possibilità di registrare i dati relativi ai consumi idrici, alla traspirazione della coltura e a volumi delle soluzioni di drenaggio; queste informazioni sono fondamentali per modificare i regimi di fertirrigazione nell'ottica di una maggiore efficienza d'uso dell'acqua e dei fertilizzanti.

Schematicamente in un fertirrigatore computerizzato si possono riconoscere i seguenti componenti:

1. *Dispositivi di dosaggio.* Nella maggioranza dei fertirrigatori, si utilizzano dei comuni tubi di Venturi, dotati di flussimetri elettronici e con elettrovalvole di precisione per il controllo del flusso di soluzione stock da iniettare. Questo sistema è preferito alle normali pompe dosatrici, per la semplicità nella variazione della percentuale di stock da aggiungere e per la ridottissima manutenzione che presentano. Per poter gestire settori con ricette nutritive differenti, di solito queste macchine lavorano con stock monosalini; ciò permette, nei grandi complessi serricoli o vivaistici, l'acquisto da ditte esterne di soluzioni stock monosaline già pronte all'uso, le quali sono consegnate direttamente in azienda mediante autobotti, in modo da semplificare la preparazione delle soluzioni nutritive e aumentare la sicurezza per gli operatori.
2. *Gruppo di miscelazione.* Normalmente quasi tutti i costruttori adottano la miscelazione del tipo "a vaso aperto" (anche se più costosa), sia per la semplicità costruttiva, sia per le maggiori garanzie di uniformità e corretta neutralizzazione dei bicarbonati che questa soluzione fornisce rispetto all'iniezione in linea. In pratica, si ha un contenitore delle dimensioni di 100-300 litri dove continuamente entra acqua (tramite una valvola comandata da un galleggiante) e soluzioni stock; una pompa di adeguata potenza rimescola la soluzione e la rilancia nell'impianto irriguo;
3. *Sensori di controllo.* Solitamente, il sistema presenta doppi sensori di pH ed EC, in modo da ridurre la percentuale di errore dovuta a un erroneo funzionamento di questi, e anche dei contalitri elettronici in uscita. Inoltre, quasi tutti i modelli sono predisposti anche per il collegamento con altri sensori quali:
   - solarimetro per il controllo della frequenza irrigua;
   - sonda di EC e di pH della soluzione drenata ed eventualmente del substrato (nelle colture fuori suolo);
   - tensiometri per il controllo dell'umidità radicale richiesta.
4. *Software di gestione.* È questo un componente molto importante. Oltre al semplice controllo delle caratteristiche chimiche della soluzione preparata per ogni settore irriguo, il software deve verificare il corretto funzionamento dell'intero sistema e fornire un ausilio agli operatori.

Contenitori per le soluzioni madre

I contenitori per le soluzioni stock devono presentare i seguenti requisiti:
- avere capienza adeguata alle esigenze dell'impianto, tale da assicurare l'autonomia dell'impianto per almeno 2-3 settimane;
- essere resistenti agli acidi e alle soluzioni saline corrosive: per questo motivo si utilizzano contenitori in plastica, i quali assicurano un'ottima resistenza agli acidi e non rilasciano sostanze fitotossiche;
- essere dotati di un sistema di rimescolamento (seppur discontinuo) sia per favorire la preparazione delle soluzioni, sia per evitare la stratificazioni dell'acido e/o eventuali precipitazioni dei sali;
- avere dei rubinetti per il loro completo svuotamento e la pulizia in occasione di ogni nuova preparazione degli stock;
- avere tappi a chiusura ermetica (specialmente quelli che contengono soluzioni acide) per la sicurezza degli operatori e per evitare lo sviluppo di vapori pericolosi per gli operatori e le attrezzature (essendo corrosivi).

Di solito si utilizzano contenitori di polipropilene della dimensione di 100, 500, 1000 o 5000 litri. Nelle aziende dove si preparano volumi di soluzione superiore a 1000 litri, è buona norma predisporre una piccola vasca di miscelazione in cui sciogliere ogni singolo sale o concime, prima di travasarlo nel contenitore stock corrispondente. Infine, il volume del contenitore per la soluzione acida dovrebbe essere non inferiore ad 1,5 m^3, poiché il rifornimento dell'acido, per ragioni di sicurezza degli operatori, dovrà avvenire tramite autobotti che consegnano in genere volumi non inferiori ad 1 m^3.

Problemi di funzionamento dei fertirrigatori: cause e rimedi

Di seguito si riporta una breve guida utile per la diagnosi e il rimedio dei principali problemi di funzionamento degli impianti di fertirrigazione e delle conseguenti anomalie del valore di EC e di pH. Le istruzioni sono elencate in scala gerarchica, inserendo per prime quelle più semplici e veloci da eseguire (spesso, le più efficaci).

Cause di una eccessiva riduzione di EC e/o aumento del pH

- Pompe dosatrici spente: nel caso controllare l'interruttore on/off posto sulla pompa dosatrice stessa e il corretto funzionamento della sonda per lo spegnimento della pompa, sotto il livello minimo di soluzione stock.
- Errata impostazione dei valori di EC e/o di pH nella centralina di controllo e/o errata impostazione del rapporto di diluizione: controllare e correggere il *set-point* e/o il rapporto di diluizione.
- Iniezione della pompa insufficiente: può essere dovuta a una insufficiente aspirazione a causa di sporcizia nella valvola di non-ritorno e sul filtro posizionato sul tubo di aspirazione della pompa dosatrice, a una eccessiva contropressione nella condotta idrica o a un cattivo funzionamento della pompa stessa.
- Soluzioni stock non sufficientemente concentrate, per errori nel dosaggio dei vari sali in fase di preparazione e/o per ragioni chimiche (formazione di precipitati). Talvolta gli stock non sono abbastanza concentrati rispetto alla portata massima della pompa dosatrice e alla portata della condotta idrica. In questo caso occorre aumentare la concentrazione degli stock fino a 250x (cioè, 250 volte più della soluzione finale); una concentrazione superiore può essere possibile ma occorre verificare il prodotto di solubilità dei vari sali per evitare precipitazioni.
- Sonde di EC e di pH sporche e/o fuori taratura: in questo caso gli interventi sono ovvi.
- Malfunzionamento del contalitri a impulsi (nel caso di dosatori volumetrici): controllare il funzionamento.
- Diminuzione della EC e/o aumento dell'alcalinità dell'acqua irrigua (nel caso di impianti a controllo volumetrico).
- Elevata alcalinità dell'acqua irrigua associata a un'acidificazione in linea: in questo caso, il metodo più efficace è l'installazione di un sistema di iniezione a vaso aperto.

Cause di un eccessivo aumento di EC e/o riduzione del pH

- Errata impostazione dei valori di EC e/o di pH nella centralina di controllo e/o errata impostazione del rapporto di diluizione: controllare e correggere il *set-point* e/o il rapporto di diluizione.
- Controllo proporzionale delle pompe dosatrici disattivato: su ogni pompa dosatrice esiste un interruttore per l'esclusione del controllo proporzionale; se questo controllo è escluso, la pompa funzionerà al suo massimo regime, iniettando una quantità di soluzione stock superiore a quella necessaria.
- Eccessiva aggiunta di acido in uno degli stock salini.
- Sonde di EC e di pH sporche e/o fuori taratu-

ra: in questo caso gli interventi sono ovvi.
- Malfunzionamento del contalitri a impulsi (nel caso di dosatori volumetrici): controllare il funzionamento.
- Aumento della EC e/o diminuzione dell'alcalinità dell'acqua irrigua (nel caso di un impianto a controllo volumetrico).
- Soluzioni stock troppo concentrate: in questo caso, negli impianti a dosaggio volumetrico si otterrà una soluzione nutritiva con EC troppo alta. Negli impianti con controllo proporzionale di EC, il problema sarà in parte attenuato, ma si potrebbe ottenere una soluzione nutritiva con valori assai variabili. Infatti, quando avviene l'iniezione della soluzione stock eccessivamente concentrata rispetto alla portata idrica, si avrà un eccessivo innalzamento della EC (o abbassamento del pH) rispetto a quello programmato: il sistema di controllo arresterà il funzionamento delle pompe e le riattiverà solo dopo che la EC (o il pH) è ritornata sotto il valore reimpostato: questo continuo blocco e sblocco delle pompe dosatrici porterà alla formazione di una soluzione nutritiva con valori variabili di pH e/o della EC, rispetto a quelli di *set-point*. Per un corretto funzionamento del fertirrigatore, le soluzioni stock dovrebbero avere un grado di concentrazione tale da raggiungere i valori presettati con il funzionamento delle pompe dosatrici al 60-70% della loro capacità massima.

Se dopo aver testato tutte le ipotesi di malfunzionamento qui elencate, il problema persiste è necessario chiamare l'assistenza tecnica, soprattutto per far controllare la funzionalità delle componenti elettriche ed elettroniche del fertirrigatore.

Aggiungiamo che è sempre buona norma farsi dare dal fornitore (e leggere con attenzione!) il manuale di istruzioni della macchina stessa, che dovrebbe includere una guida dettagliata per la risoluzione dei principali problemi di funzionamento. Nell'impianto è necessario predisporre, subito a valle del fertirrigatore e comunque dopo il filtro di rimescolamento, un rubinetto per poter prelevare un campione di soluzione nutritiva preparata dall'impianto; ciò evita di andare nelle serre e nel vivaio a fare i necessari campionamenti. Occorre, inoltre, inserire uno o più gocciolatori-spia in contenitori (opportunamente schermati per impedire lo sviluppo delle alghe) per raccogliere campioni delle soluzioni erogate alle colture, in modo da controllarne il pH, la EC ed eventualmente la concentrazione di qualche elemento nutritivo (ad esempio, azoto). Periodicamente, infine, occorre controllare l'effettiva portata degli erogatori, soprattutto nel caso dell'irrigazione a goccia e, ancor più frequentemente, occorre pulire e calibrare le sonde di pH e di EC (almeno una volta ogni 1-2 mesi, meglio più frequentemente), nonché pulire i filtri posizionati sui tubi di aspirazione degli stock.

Conclusioni

I costi degli impianti di fertirrigazione sono molto variabili e sono direttamente proporzionali alla complessità delle operazioni svolte, passando dalla semplice miscelazione di soluzioni stock al completo controllo della fertirrigazione. È compito del coltivatore decidere, in base al budget disponibile e al tipo di coltivazione, l'impianto più adeguato: questo dovrà abbinare l'economicità alle reali esigenze di precisione e di controllo nella preparazione della soluzione nutritiva. Affidarsi a ditte con una lunga esperienza e una sicura professionalità rimane fondamentale.

Bibliografia

1. Enzo M., Giaquinto G., Lazzerin R., Pimpini F., Sambo P. (2001). *Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo.* Veneto Agricoltura, Padova.
2. Scartabelli. *Catalogo n. 3: Fertirrigazione.* http://www.scarabelli.it/agricola/fertirrigazione/fertirrigazione_home.html;
3. Guastapaglia. *L'irrigazione. Catalogo.* http://www.guastapaglia.com/fertirrigazione.htm
4. Fao (1990). *Soilless culture for horticultural crop production.* Plant production and protection paper 101.
5. *Catalogo generale Spagnol Automazioni:* http://www.spagnolaut.com/index.html
6. *Catalogo generale Priva:* http://www.priva.nl
7. Riccò E. (1998). *La fertirrigazione: panoramica dei di sistemi in uso.* Il Floricoltore 35, 42-47.
8. Reed, D.Wm. (1996). *Water, media, and nutrition for greenhouse crops.* Ball Publishing, Batavia, Illinois.
9. Resh H.M. (1998). *Hydroponic food production: a definitive guidebook of soilless food-growing methods.* Ed. Woodbridge Press Publishing Company, California.